

## HEADPHONE

**Patent number:** JP2003032768

**Publication date:** 2003-01-31

**Inventor:** TANAKA SHOJI

**Applicant:** MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

**Classification:**

**- international:** H04R1/00; H04R1/10; H04R5/033; H04R9/06;  
H04R17/00

**- european:**

**Application number:** JP20010220133 20010719

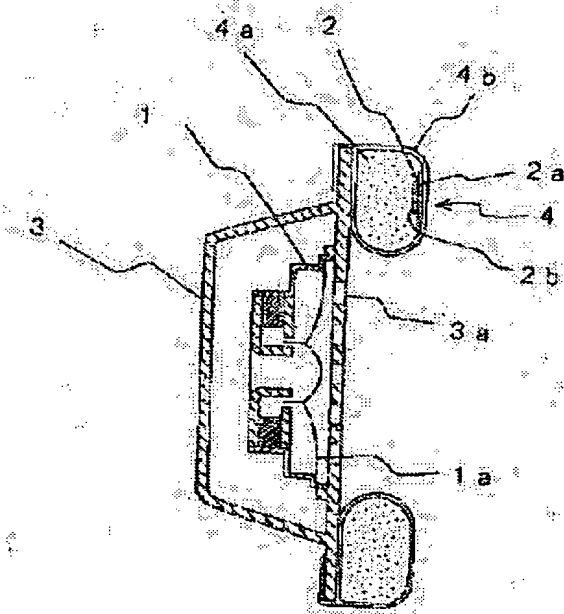
**Priority number(s):** JP20010220133 20010719

Report a data error here

### Abstract of JP2003032768

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the headphone of a low cost capable of surely obtaining osseous conduction regardless of an individual difference, performing reproduction to a super high pitch extent, improving a mounting feeling and being used comfortably.

**SOLUTION:** The headphone is provided with an electro-acoustic transducer 1 transducing input signals to sound waves, a housing 3 housing it, and an ear pad 4 housing a piezoelectric converter 2 converting the high range of about 10 kHz or higher of the input signals to vibration and reproducing it by the osseous conduction. The piezoelectric converter 2 is housed on the inner side of the ear pad 4 and arranged at the cheekbone near the ear.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-32768

(P2003-32768A)

(43) 公開日 平成15年1月31日 (2003.1.31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 4 R	1/00	3 1 7	5 D 0 0 4
	1/10	1 0 2	5 D 0 0 5
	5/033		Z 5 D 0 1 1
	9/06		5 D 0 1 2
	17/00		5 D 0 1 7

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-220133(P2001-220133)

(22) 出願日 平成13年7月19日 (2001.7.19)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 田中 祥司

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100062926

弁理士 東島 隆治

Fターム(参考) 5D004 AA02

5D005 BC00

5D011 AC01

5D012 GA02

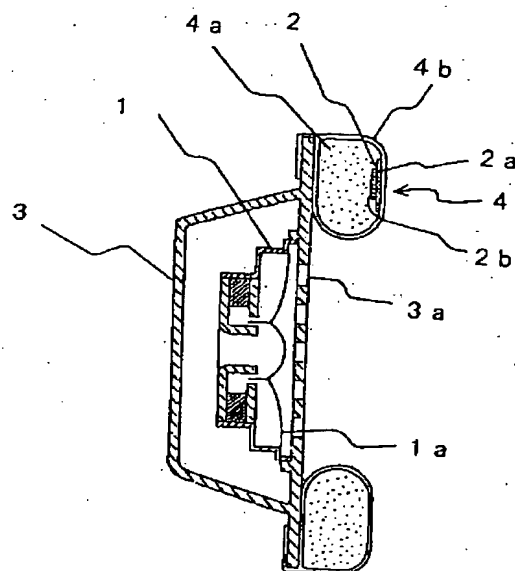
5D017 AB11

(54) 【発明の名称】 ヘッドホン

(57) 【要約】

【課題】 個人差によらず確実に骨伝導が得られて超高音域まで再生することができ、また装着感が良好で快適な使用ができ、かつ低コストのヘッドホンを提供する。

【解決手段】 入力信号を音波に変換する電気音響変換器1と、これを収納するハウジング3と、入力信号の約10kHz以上の高域を振動に変換して骨伝導で再生する圧電型変換器2を収納したイヤープッド4とを備え、圧電型変換器2はイヤープッド4の内側に収納されるとともに、耳近傍の頬骨に配置されるように構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力音声信号を音波に変換する主電気音響変換器、

前記主電気音響変換器を収納するハウジング、

実質的に10kHz以上の高周波帯域の音声信号を振動に変換して骨伝導で再生する圧電型変換器、及び前記ハウジングの耳朵側の面に設けられ、かつ前記圧電型変換器を内部に収納し、かつそれを使用者の耳朵近傍の頬骨部分に配置させたリング状のイヤープッドを有することを特徴とするヘッドホン。

【請求項2】 入力信号のうち実質的に10kHz以上の高周波帯域の信号電圧を昇圧して前記圧電型変換器を駆動する昇圧回路を有することを特徴とする請求項1に記載のヘッドホン。

【請求項3】 前記電気音響変換器で変換される音波のレベルと前記圧電型変換器で変換される振動レベルとの相対レベルを可変にする手段を設けたことを特徴とする請求項1または2のいずれかに記載のヘッドホン。

【請求項4】 ステレオシステムの左右チャンネル用の2つの圧電型変換器を有し、前記2つの圧電型変換器で変換されるそれぞれの振動の極性を互いに逆位相としたことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のヘッドホン。

【請求項5】 前記圧電型変換器を前記リング状イヤープッド内の円周上に複数個配置したことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のヘッドホン。

【請求項6】 前記リング状イヤープッドが使用者の耳朵のまわりの顔面上においてそのリングの円上で回転可能であることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のヘッドホン。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、使用者が耳に装着してオーディオ再生を聞くことのできるヘッドホンに関し、特に超高音域における再生を可能にし、 $\alpha$ 波脳波を活性化して使用者に心地よさを与えることのできるなどの快適性を向上したヘッドホンに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年DVDオーディオやスーパーオーディオCDなどの、可聴帯域を遙かに越える100kHzまでの超高域信号を記録できる、広帯域記録の可能な高品質のオーディオソースが市販されつつある。これに対応するために、スピーカにおいては可聴帯域を越える超高域までの信号が再生できる超高音用スピーカ（スーパーツイータ）が開発されてきている。ところが一般にヘッドホンにおいては、超高域信号の再生は非常に困難であり、可聴帯域内の高音域を十分に再生することすら容易ではない。これはヘッドホン受聴時には、その電気音響変換器の振動板と使用者の耳の鼓膜との間の小容積部分が半密閉状態（空気漏れを伴った密閉状態）になるの

で、相対的に高音域が減衰したレベルバランスとなるためである。

【0003】これを理論的に説明すると次の通りである。半密閉状態の小容積部分の中の音圧レベルは、電気音響変換器の振動板の振動速度にほぼ比例する。電気音響変換器の振動板の振動速度は、最低共振周波数以下では周波数の低下に比例して減衰し、最低共振周波数以上では周波数の上昇に反比例して減衰する。ヘッドホンの電気音響変換器（通常口径が数cmの動電型変換器が用いられる）の最低共振周波数は中音域に設定されるので、どうしても高音域が減衰するわけである。なお、最低共振周波数を数kHz以上と極端に高く設定すれば、高音域の減衰は改善されるが、そうした場合は低音域の減衰が非常に大きくなる。したがって、低音と高音のバランスを取るために最低共振周波数は中音域に設定せざるを得ないわけである。

【0004】可聴帯域を越える超高音は、耳では聞こえないにもかかわらず、 $\alpha$ 波脳波を活性化して人間に心地よさを与えるなどの好ましい作用のあることが、数年前から研究報告されている。これは例えば、電子情報通信学会の信学技報SP96-112「ハイパーソニック・エフェクトについて（大橋力他著）」に述べられている。この作用はスピーカから放射された超高音域の音波が顔面や頭部に当たり、鼓膜を経由せず骨伝導によって頭脳内に入り、脳や聴神経を刺激するために生ずると考えられている。

【0005】スピーカによる再生時には、頭部や顔面全体が広く放射音波を浴びるため、骨伝導が容易に起こる。ところがヘッドホンの場合には音波を浴びるのは、耳の部分だけつまり頭部のごく僅かな部分にしか過ぎないので、骨伝導が起こりにくい。さらに上述したようにヘッドホンの電気音響変換器では、高音域の再生レベルが減衰することも加わって、骨伝導はほとんど起こらない。従って従来のヘッドホンの場合には音質的に高音域が不足するだけでなく、可聴帯域を越える超高音域の振動による $\alpha$ 波脳波の活性化効果がなく、近年の可聴帯域を越えるワイドレンジな高音質オーディオソースの再生に全く対応ができなかった。

【0006】この問題を解決する方法として、骨伝導を起こすことのできるヘッドホンを用いることが考えられる。骨伝導の利用に関しては、大騒音下で用いる骨導イヤホンや、骨導マイクロホンが古くからよく知られている。しかしこれらはいずれも人間の会話を目的として音声帯域（中音域）だけを対象としており、高音域や可聴帯域外超高音域には全く対応していない。

【0007】超高音域再生を対象としたものではないが、特開昭63-86997号公報に開示されている骨伝導利用のヘッドホンが、骨導イヤホンや骨導マイクロホンよりも超高音再生に適しているため、この従来技術について図10を参照しつつ説明する。図10は、この従

来の骨伝導利用のヘッドホンの再生部分の構造を示す部分断面図である。図10に示す従来の骨伝導利用のヘッドホンは、動電型の電気音響変換器61と電磁型の骨伝導受話器62とがイヤークリップ64を取り付けたハウジング63の中に収納されている。骨伝導受話器62は、マグネット62a、コイル62b、ダンパー62c、磁性体の振動板62d、合成樹脂製の骨伝導のための圧接体62eを有している。

【0008】図11は、この従来の骨伝導利用のヘッドホンの再生回路の構成を示すブロック図である。図11において、帯域分割回路68は、入力した可聴帯域の20Hz～20kHzの音声信号の中から、中音域の音声信号と、鼓膜で聞き取りにくい低周波の音声信号、または特定の高周波の音声信号とを分割して出力する。中音域の音声信号は電気音響変換器61に送られ音波に変換されて再生される。鼓膜で聞き取りにくい低周波の音声信号、または特定の高周波の音声信号は、増幅器69で増幅され、骨伝導受話器62に入力されて図10の圧接体62eにより直接使用者の顔面を通して頭蓋骨に振動として伝達される。

【0009】このように構成された従来のヘッドホンの作用は次のようである。電気音響変換器61だけでは鼓膜で聞き取りにくいような低周波音や特定の高周波音が、骨伝導受話器62から再生されて振動として頭蓋骨に伝わるので、臨場感ある立体音が得られるとしている。したがって、この骨伝導受話器62に高音域の音声信号や可聴帯域を越える超高音域の音声信号を入力してやれば、可聴帯域を越えるワイドレンジな広音域のオーディオソースに対応した再生ができると思われる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上述した従来の骨伝導利用のヘッドホンは以下の問題を有していた。まず一つは、高音域や可聴帯域外超高音域の音声信号を骨伝導させるための骨伝導受話器62の使用者の顔面に伝達できる最適位置が不明なために、高音域や可聴帯域外超高音域の振動が必ずしも骨伝導されないという問題があった。つまり、低い周波数については骨伝導が起きる頭部の部位は広範囲であるが、高い周波数については最適部位に限られるからである。これについては後述する実施例の中で文献を参照しながら詳しく説明する。

【0011】次の問題は、骨伝導受話器の圧接体62eの位置が頭部の形状や状態などの個人差に対応できないという問題があった。例えば頭蓋骨や顔面の形状の個人差により、圧接体62eはある人にはきつく当たり過ぎたり、ある人には当たらなかったりする。また例えば髪の毛の多い女性や若者の場合には、圧接体62eの位置が適切でないと髪の毛に遮られて皮膚に直接当たらない。

【0012】第三の問題は、骨伝導受話器の樹脂製の圧

接体62eが頭部に直接当たるために、固い異物が頭部や顔面に直接当たることによる違和感が強く、装着感が大変悪いという問題があった。第四の問題は、骨伝導受話器が電磁型であるためにマグネットやコイルの重量が重くなり、かつ骨伝導受話器が広いスペースを占めるので、ヘッドホン全体が重くて大型になってしまうという問題があった。この上に第2の問題（不適切当接の問題）も加わり、従来のヘッドホンでは快適な使用が全く不可能であった。第五の問題は、高周波信号用に増幅器69を必要とするのでコストが高くなってしまったという問題点もあった。

【0013】本発明は、個人差にかかわらず確実に骨伝導が得られて超高音域まで再生することができ、また装着感が良好で快適な使用ができ、なおかつ低価格のヘッドホンを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明のヘッドホンは、入力信号を音波に変換する電気音響変換器、前記電気音響変換器を収納するハウジング、前記入力信号のうち実質的に10kHz以上の高周波帯域の信号を振動に変換して骨伝導で再生する圧電型変換器、及び前記圧電型変換器を収納するとともに、使用者の耳近傍の頬骨部分に配置させるイヤークリップを有している。この構成によれば、高周波帯域の信号を振動に変換して骨伝導で再生する電気音響変換器として小型化が可能な低価格の圧電型変換器を用い、小型の圧電型変換器を使用者の耳近傍の頬骨部分に配置させるイヤークリップ内に収納している。このことにより、個人差によらず確実に骨伝導が得られて超高音域まで再生することができ、また装着感が良好で快適な使用ができ、かつ低価格のヘッドホンを提供することができる。

【0015】上記構成のヘッドホンにおいて、さらに高音域の入力信号の電圧を昇圧して圧電型変換器を駆動する昇圧回路を備えるのが好ましい。また、電気音響変換器で変換される音波のレベルと圧電型変換器で変換される振動のレベルとの相対レベルを可変にする手段を有するのが好ましい。これにより、鼓膜を通じて得られる中音域の音波のレベルと骨伝導で得られる超高音域の振動レベルとを、使用者にとって最適レベルに自由に調整することができる。さらにまた、ステレオの左右チャンネルの圧電型変換器の振動の極性を互いに逆位相とできるようにするのが好ましい。超高音域の位相差は人間の聴感特性上で検知されにくいので、この位相差選抜により広がり感やステレオ感を向上することができる。さらにまた、圧電型変換器を複数個設けること、イヤークリップが耳のまわりの顔面上を回転可能とすることは好ましい。これらにより、骨伝導の最も好適な位置に圧電型変換器の位置を調整し、個人差にきめ細かく対応しながらさらに再生機能を向上することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明のヘッドホンの好適な実施例について添付の図面を参照しつつ説明する。

【0017】《実施例1》図1は、本発明の実施例1のヘッドホンの斜透視図である。図1において、入力信号を音波に変換する電気音響変換器1がハウジング2に収納されている。また約10kHz以上の高音域の入力信号を振動に変換して骨伝導で再生する圧電型変換器2が、イヤークッション4の内部に収納されている。そして圧電型変換器2は、ヘッドホン装着時にこれが使用者の耳近傍の頬骨の位置に配置されるように取り付けられている。ハウジング3にはイヤークッション4、ヘッドバンド5が取り付けられており、また入力信号を入力するコード6が引き出されている。

【0018】図2は、図1のヘッドホンの構造を示す要部の側断面図である。図2を参照しながら本実施例のヘッドホンの構成部品の材質や寸法などについて具体的に説明する。図2において、電気音響変換器1は動電型であり、その振動板（振動膜）1aの口径は約40mmである。電気音響変換器1はその振動板1aをハウジング3の貫通孔3aにむけてハウジング3内に収納されている。圧電型変換器2は、直径が約15mmのモノモルフ型の圧電振動子であり、直径15mmの薄い金属基板2aの片面に、直径10mm、厚み0.05mmの非常に薄い圧電セラミック板2bを貼り合わせて構成されている。この圧電型変換器2は極めて軽量であり、その質量は0.3g未満である。また圧電セラミック板2bを非常に薄くすることで、小型にもかかわらず感度を高めている。またこの圧電型変換器2の第1次共振周波数は約10kHzであり、約10kHz以上の音声信号を再生する。

【0019】イヤークッション4はウレタンフォーム4aを塩化ビニール皮膜4bで包んだものであり、柔軟性に富んでいる。そして圧電型変換器2がその塩化ビニール皮膜4bの内面に貼り付けられてイヤークッション4の中に収納されている。図3は本実施例1のヘッドホンの電気回路図である。図3に示すように、電気音響変換器1と圧電型変換器2とは、同位相で入力信号に対して並列に接続されている。

【0020】上述のように、骨伝導により伝達する振動を発生する圧電型変換器2は、柔軟性に富んだイヤークッション4の皮膜内側に貼り付けられている。イヤークッション4は使用者の個人ごとの頭部や顔の形状に合わせてフィットさせるので、圧電型変換器2は個人差によらずに確実に使用者の頬骨に振動を伝えることができる。なお、イヤークッション4の表皮の塩化ビニール皮膜4bの音響インピーダンスは、顔面の皮膚や筋肉の音響インピーダンスにくらべて同等またはそれ以上であるので、圧電型変換器2の振動は減衰することなく使用者の頬骨に伝えることができる。また圧電型変換器2を耳近傍の頬骨に接触するように配置したので、使用者が髪の毛の多い女性

や若者であっても圧電型変換器2が髪の毛で遮られることなく、超高音域の振動を高感度で骨伝導させることができる。

【0021】ここで、超高音域の振動の骨伝導に関して詳細に説明すると、文献「骨導超音波に関する聴覚特性」／信学技報E A 98-37（1998-08）／信州大学工学部電気電子工学科／藤岡祥子、隆旗建治、柳沢武三郎著 に有用な知見が示されている。本発明の様々な工夫の中の1つは、この知見を利用して、またさらに実験によって、髪の毛の多い人などにも対応できるような骨伝導を与える最適な部位を見いだしたことである。

【0022】上記文献においては、大きく2つの知見が明らかにされている。その一つは、頭部や顔面上の部位と、可聴帯域外超音の最小可聴レベルとの関係についての知見である。これによれば最小可聴レベルがもっとも小さい部位、つまり超高音域でもっとも骨伝導の感度が高い部位は、耳穴の入り口にある乳様突起部付近である。ただし、この乳様突起部は異物が触れるだけで甚だ不快感を与える部位であり、骨伝導を与える部位としては不適である。

【0023】乳様突起部に次いで耳たぶ付け根のすぐ後側の頭部が感度が高く、乳様突起部との感度差は約2dBに過ぎない。さらに、耳たぶ付け根のすぐ後側の頭部に次いで耳近傍前方のいわゆる頬骨の部分の感度が高く、乳様突起部との感度差は約8dBである。その次は耳近傍上方の頭部であり、乳様突起部との感度差は約11dBである。その次は耳近傍下方の顎部であり、乳様突起部との感度差は約17dBである。

【0024】上記知見を参考にしながら、発明者等は圧電型変換器2の取り付け位置を動かしつつ超高音域の音波の知覚実験を行った。その結果、乳様突起部に次いで感度が高い耳たぶ付け根のすぐ後側の頭部は、耳たぶが邪魔となってイヤークッションがその部位に当たりにくく、さらにまた髪の毛の多い人では髪の毛をかき分けてフィットさせなければならないので使いにくく、不適当であることが分かった。また耳近傍下方の顎部は、イヤークッションは比較的うまくフィットするものの、感度が低くて不適当であることが分かった。また耳近傍上方の頭部はイヤークッションがうまくフィットするものの、ほとんどの人において髪の毛が邪魔をするのでこれをかき分けてフィットさせなければならない、不適当であることが分かった。そして耳近傍の頬骨部は、女性、若者、頭部や顔面形状などの個人差によらず、誰でも感度良く超高音域の音波の知覚できる最適な部位であることが分かった。

【0025】上記文献の二つめの知見は次の通りである。それは、鼓膜を経由する音波による知覚感度と骨伝導による知覚感度とを比較すると12.5kHz前後を境に両者の感度が逆転する。すなわち12.5kHz前

後以上の超高音域では骨伝導の方が鼓膜を経由した音波知覚よりも感度が高いということである。これに関連した実験を行ったところ次のことが分かった。それは、圧電型変換器2で可聴帯域外の超高音を再生するだけでなく、可聴帯域内の高音をも再生することにより、従来のヘッドホンでは理論的にどうしても減衰してしまう高音域の再生（従来技術の説明の項を参照）も補うことができることである。ただし再生帯域を数kHzまで下げると、音の定位が曖昧になったり、逆位相感が生じたりして、聴感的に好ましくなかった。圧電変換器2の再生帯域を約10kHz以上とすることで聴感的に良好な結果が得られた。

【0026】以上説明したように、本実施例1のヘッドホンによれば、髪の毛の状態や頭部や顔面形状の個人差によらず高感度で超高音域の骨伝導が得られ、可聴帯域内の高音域における電気音響変換器の再生レベルの減衰をも補いながら、超高音域の再生ができる。その結果、使用者の個人差によらず骨伝導によって可聴帯域外超高音を再生でき、かつ従来のヘッドホンよりも可聴帯域内の高音域における再生レベルを高くできる。その結果、従来になく生々しく美しい音質の、また心地よい音質の音の再生できるヘッドホンが得られた。

【0027】さらに、圧電型変換器2はイヤープッド4の中に収納されているので、固い異物が顔面に直接当たるといったことがない。また圧電型変換器2は極めて軽量かつ小型なので、ヘッドホン全体の重量も大きさも増大することがなく、軽量小型なヘッドホンとすることができる。つまり装着感が良好で快適な使用ができる。また増幅器を必要としないので、コストも安い。従って以上説明したように本実施例1のヘッドホンによれば、個人差によらずに超高音域まで再生でき、装着感が良好であり、なおかつローコストなヘッドホンを実現できる。

【0028】なお本実施例1のヘッドホンでは、電気音響変換器1を動電型としたが、これをコンデンサ型、電磁型などの他の変換方式のものにできることは言うまでもない。また本実施例1のヘッドホンでは圧電型変換器2をイヤープッド4の表皮の内側に貼り付けたが、これをもっと内部に配置して、圧電型変換器2とイヤープッド4の表皮との間に、皮膚や筋肉の音響インピーダンスと同等以上の音響インピーダンスをもつ弾性材料を介在させるようにしてもよい。またあるいはイヤープッド全体を、そのような音響インピーダンスをもつ弾性材料で一体的に構成することも可能である。

【0029】また本実施例1のヘッドホンでは、圧電型変換器2の再生帯域を約10kHz以上としたが、これをもっと高い周波数としても可聴帯域外超高音による音質改善効果は変わらない。それゆえ、従来のヘッドホンに対する優位性が損なわれるものではない。また逆に数kHz前後の帯域がある程度再生されたとしても、その再生レベルが再生帯域内の主要通過帯域の再生レベルに

比べて十分に低ければ、電気音響変換器1の再生音による知覚レベルに対して数kHz前後の帯域の再生レベルが十分に低くなるので音質的に問題はない。

【0030】また本実施例1のヘッドホンでは、圧電型変換器2を電気音響変換器1と直接に並列接続したが、ハイパスフィルタを経由して接続してもよい。また本実施例1のヘッドホンでは、圧電型変換器2をモノモルフ型としたが、これをバイモルフ型としてもよいことは言うまでもない。このように構成すれば、さらに感度を高めることができる。なお、本発明は上記で説明した実施例に限定されるものでないことは言うまでもない。

【0031】《実施例2》図4は、本発明の実施例2のヘッドホンの電気回路図である。本実施例2のヘッドホンの構造上の構成、つまり電気音響変換器、ハウジング、圧電型変換器、イヤープッド、ヘッドバンド、コードは先に説明した実施例1のものと同じである。本実施例2の実施例1のものと相異点は、入力信号の高音域の信号電圧を昇圧して圧電型変換器を駆動する昇圧回路を備えている点である。したがって、電気回路以外の重複する説明は省略する。図4において、実施例2のヘッドホンに用いられる電気音響変換器11、圧電型変換器12は、実施例1のものと全く同じである。入力信号の高音域の信号電圧を昇圧して圧電型変換器2を駆動する昇圧回路は、昇圧コイル17aとコンデンサ17bとにより構成されている。

【0032】昇圧コイル17aは外径6mm、長さ6mmの超小型フェライトコアに、線径0.06mmの銅線を巻いて形成され、コンデンサ17bが接続されている入力側と圧電型変換器2が接続されている出力側とのコイル巻線比、つまり、昇圧比は1:3である。そして圧電型変換器2と電気音響変換器1とは、実施例1と同様に同位相の入力信号が印加されるように接続されている。

【0033】コンデンサ17bは超小型のフィルムタイプであり、静電容量は0.47マイクロファラッドである。そして昇圧コイル17aのインダクタンスと、コンデンサ17bおよび圧電型変換器12の静電容量などで決まる共振周波数は、約10kHzである。従って昇圧コイル17aとコンデンサ17bによる昇圧回路は、入力信号の高域の電圧を約3倍つまり約10dBほど高めるのみならず、10kHzのカットオフ周波数をもつ12dB/oct.のハイパスフィルタとしても動作する。

【0034】以上のように構成することにより、圧電型変換器12には10kHz以上の高域信号電圧が高いレベルで与えられ、かつ低い周波数の信号電圧は大幅に減衰する。その結果、圧電型変換器12は有用な高音域のみを高い再生レベルで再生することができる。従って実施例1のものに比べて一層音質の優れたヘッドホンを実現することができる。また昇圧比をさらに高く設計すれ

ば、圧電型変換器 12 の圧電セラミック板を非常に薄くして感度を高めなくてもよい。つまり、圧電型変換器 12 自体の感度を高めなくても所望のレベルの骨伝導が得られるので、圧電型変換器 12 として低価格の汎用品を用いることができる。

【0035】昇圧コイル 17a とコンデンサ 17b とは、処理する入力信号の周波数が高く、またヘッドホンの場合は小さい電力の信号しか処理しないため、両者とも極めて小型のものを用いることができる。つまり、昇圧回路を設けることに伴うコストアップはごく小さく、かつ両者とも極めて小型軽量であるので、ヘッドホンの重量や大きさが増大することはない。

【0036】本実施例 2 のヘッドホンによれば、実施例 1 のヘッドホンの基本的な効果に加え、コストアップや重量、大きさの増大を招くことなく、一層音質の優れたヘッドホンを実現することができる。なお、本実施例 2 のヘッドホンでは、昇圧回路を昇圧コイル 17a とコンデンサ 17b とで構成しているが、例えば昇圧コイル 17b を、1 次巻線と 2 次巻線とを分離して巻いたトランスとすることや、コンデンサ 17b に抵抗器を直列接続してカットオフ周波数付近の Q を調整することなど様々な構成が考えられる。

【0037】《実施例 3》図 5 あるいは図 6 は、本発明の実施例 3 のヘッドホンの電気回路図である。本実施例 3 のヘッドホンの構造上の構成、つまり電気音響変換器、ハウジング、圧電型変換器、イヤープッド、ヘッドバンド、コードは先に説明した実施例 1 及び 2 のものと同じである。また、本実施例 3 の実施例 2 のものとの相異点は、圧電型変換器 2 あるいは電気音響変換器 1 に印加する信号電圧のレベルを調整する可変抵抗器を設けている点である。したがって、電気回路以外の重複する説明は省略する。

【0038】図 5 において、本実施例 3 の第 1 の実施形態であるヘッドホンは、電気音響変換器 21 の音波と圧電型変換器 22 の振動との相対レベルを可変にする手段として、圧電型変換器 22 に印加される信号電圧を調整する可変抵抗器 28 を有している。このように構成することにより、圧電型変換器 22 で再生される振動レベルを可変にできるので、可聴帯域内の骨伝導で知覚される高音のレベルが変化し、音質を可変にすることができる。この図 5 に示す構成のヘッドホンは、圧電型変換器 22 の振動のレベルが電気音響変換器 1 の音波のレベルに対して元々高めである場合に有用である。

【0039】図 6 において、本実施例 3 の第 2 の実施形態であるヘッドホンは、電気音響変換器 21 の音波と圧電型変換器 22 の振動との相対レベルを可変にする手段として、電気音響変換器 21 に印加される信号電圧を調整する可変抵抗器 28 を有している。このように構成することにより、電気音響変換器 21 の音波の再生レベルを可変にできるので、可聴帯域内の骨伝導で知覚される

高音域の振動と音波による低音、中音とのバランスを変化させ、やはり音質を可変にすることができる。さらに図 6 に示す構成のヘッドホンは、可変抵抗器 28 により電気音響変換器 21 の出力する音波を大幅に絞ることにより、相対的に可聴帯域外の超高音のレベルを、可聴帯域の音のレベルに対して大幅に高くすることができる。その結果、 $\alpha$  波脳波の活性化効果を著しく高めたヘッドホンを実現することが可能である。この図 6 に示す構成のヘッドホンは、電気音響変換器 21 の音波のレベルが圧電型変換器 22 の振動のレベルに対して元々高めである場合に特に有用である。

【0040】上記いずれの場合にも可変抵抗器 28 は、例えばヘッドホンのハウジングに取り付けて、その回転軸つまみが外から回せるように配置すれば実用的である。本実施例 3 のヘッドホンによれば、実施例 1 で述べた基本的な効果に加え、音質を可変にできるヘッドホンを実現することができる。なお、本実施例 3 のヘッドホンでは、電気音響変換器 21 の音波と圧電型変換器 22 の振動との相対レベルを可変にする手段として可変抵抗器 28 を設けているが、例えば昇圧コイル 17a に可変タップを設けて切り換えるなどの手段を用いても良い。

【0041】《実施例 4》図 7 は、本発明の実施例 4 のヘッドホンの電気回路図である。本実施例 4 のヘッドホンの構造上の構成、つまり電気音響変換器、ハウジング、圧電型変換器、イヤープッド、ヘッドバンド、コードは先に説明した実施例 1 及び 2 のものと同じである。また、本実施例 4 のものと実施例 2 のものとの相異点は、ステレオ左右チャンネル用の圧電型変換器 32a、32b に印加する信号電圧の極性を互いに逆位相とした点である。したがって、電気回路以外の重複する説明は省略する。

【0042】図 7 において、左チャンネル側の電気音響変換器 31a と右チャンネル側の電気音響変換器 31b とは同位相の信号電圧が印加されるが、左チャンネル側の圧電型変換器 32a と右チャンネル側の圧電型変換器 32b とは互いに極性が逆の信号電圧が印加されている。このように構成することにより、可聴帯域内の 10 kHz 程度以上の超高音だけが逆位相になるので、中音や低音が逆位相になるような違和感を何ら伴うことなく、広がり感のある音質が得られる。このことは先に述べた文献で紹介された知見に基づくものである。すなわち、人間の聴感特性上において、超高音では左右両耳間の位相差が検知されにくくなり、超高音の位相差は不快感を与えずむしろ広がり感やステレオ感を増すためである。

【0043】本実施例 4 のヘッドホンによれば、実施例 1 のヘッドホンの基本的な効果に加え、広がり感のある音質のヘッドホンを実現することができる。なお、本実施例 4 のヘッドホンでは、圧電型変換器 32a、32b は入力信号をそのまま印加しているが、実施例 2 や実施

例 3 で説明したように、昇圧回路やレベル可変手段を設けるなどしてもよいことは言うまでもない。なおヘッドホンの一部にディップスイッチを設けて、使用者が使用しながら位相を逆位相にしたり同位相にしたり選択できるようにすることも有用性が大きい。

【0044】《実施例 5》図 8 は、本発明の実施例 5 のヘッドホンのイヤーパーッド部分の斜透視図である。本実施例 5 のヘッドホンは、イヤーパーッド部分に複数の圧電型変換器 42a、42b を取り付けただものである。それ以外の構成、つまり電気音響変換器、ハウジング、圧電型変換器、イヤーパーッド、ヘッドバンド、コードは先に説明した実施例 1 及び 2 のものと同じである。したがって、イヤーパーッド以外の重複する説明は省略する。

【0045】図 8 に示すように、本実施例 5 のヘッドホンのイヤーパーッドには、2 個の圧電型変換器 42a、42b が取り付けられている。この 2 個の圧電型変換器 42a、42b は、いずれも実施例 1 のものと同様に、イヤーパーッド 44 の表皮の内側の 2 箇所に貼り付けられ、その 2 個の圧電型変換器 42a、42b には、同じ信号電圧が印加されるようになっている。このように構成することにより、ヘッドホンの装着位置が多少ずれても、各圧電型変換器 42a、42b のいずれかが耳近傍の頬骨に位置しやすくなるので、装着状態に影響されずに超高域まで再生することができる。

【0046】本実施例 5 のヘッドホンによれば、実施例 1 のヘッドホンの基本的な効果に加え、装着状態に影響されことなく超高域まで再生するヘッドホンを実現することができる。なお本実施例 5 のヘッドホンでは、圧電型変換器を 2 個としたが、これを 3 個、あるいはそれ以上としてもよい。

【0047】《実施例 6》図 9 は、本発明の実施例 6 のヘッドホンのイヤーパーッド部分の正面図である。本実施例 6 のヘッドホンは、圧電型変換器 52 を取り付けただイヤーパーッド 54 が使用者の耳のまわりの顔面上を所定の範囲だけ回転移動できるように構成したものである。それ以外の構成、つまり電気音響変換器、ハウジング、圧電型変換器、イヤーパーッド、ヘッドバンド、コードは先に説明した実施例 1 のものと同じである。したがって、イヤーパーッド部分以外の重複する説明は省略する。

【0048】図 9 において、電気音響変換器 51 を収納したハウジングは回転せず、イヤーパーッド 54 だけが、電気音響変換器 51 の周りを図中の矢印 57 方向に回転する。本実施例 6 のヘッドホンでは、イヤーパーッド 54 の回転範囲を、中心位置（圧電型変換器 52 が電気音響変換器 51 と横水平に並ぶ位置）から  $\pm 45^\circ$  程度としている。圧電型変換器 52 は、実施例 1 のものと同じくイヤーパーッド 54 の表皮の内側に貼り付けられている。

【0049】このように構成することにより、頭部や顔面形状などの個人差に細かく合わせながら最適の骨伝導部位を選べるようにヘッドホンを装着した使用者がイヤ

ーパーッド 54 を回転させて調整できる。この調整は使用者が音を聴きながら、高音がもっともよく聞こえるようにイヤーパーッド 54 を回してみればよい。本実施例 6 のヘッドホンによれば、実施例 1 のヘッドホンの基本的な効果に加え、個人差にきめ細かく対応しながら超高域まで再生するヘッドホンを実現することができる。特に音質を重視するオーディオ愛好者などに好適なヘッドホンが実現できる。

【0050】

【発明の効果】以上実施例で詳細に説明したように、本発明のヘッドホンによれば、入力信号を音波に変換する電気音響変換器と、前記電気音響変換器を収納するハウジングと、前記入力信号の約 10 kHz 以上の高域を振動に変換して骨伝導で再生する圧電型変換器を収納したイヤーパーッドとを備えている。これにより、イヤーパーッド内に収納した圧電型変換器を耳近傍の頬骨に接触する位置に配置できる。その結果、髪の毛の状態や頭部や顔面形状の個人差によらずに高感度で超高域の骨伝導が得られ、可聴帯域内の電気音響変換器の高域レベルの減衰をも補いながら、超高域の再生ができる。

【0051】また圧電型変換器はイヤーパーッドの中に収納されているので、固い異物である圧電型変換器が顔面に直接触れない。さらに圧電型変換器は極めて軽量かつ小型なので、ヘッドホン全体の重量も大きさも増大することがなく、軽量小型なヘッドホンとすることができる。つまり装着感が良好で快適な使用ができるヘッドホンが得られる。また増幅器を必要としないので、コストも安い。その結果個人差によらずに超高域まで再生でき、装着感が良好であり、なおかつローコストなヘッドホンを実現できる。

【0052】また、入力信号の高音域の信号電圧を昇圧して圧電型変換器を駆動する昇圧回路を備えたことにより、圧電型変換器には高音域の信号電圧が高いレベルで与えられ、低い周波数の信号電圧は大幅に減衰するので、圧電型変換器は有用な高音域のみを高いレベルで再生することができる。さらに、電気音響変換器の音波と圧電型変換器の振動との相対レベルを可変にする手段を設けたことにより、可聴帯域内の骨伝導で知覚される高音のレベルが変化するので、また可聴帯域内の骨伝導で知覚される高域と音波による低音、中音とのバランスが変化するので、音質を微妙に調整することができる。

【0053】さらに、ステレオ左右チャンネルの圧電型変換器の振動の極性を互いに逆位相としたことにより、人間の聴感特性上、超高音では左右両耳間の位相差が検知されにくく、超高音の位相差は不快感を与えずむしろ広がり感やステレオ感を増すので、中音や低音が逆位相になるような違和感を何ら伴うことなく広がり感のある音質が得られる。さらに、圧電型変換器を複数個設けたことにより、ヘッドホンの装着位置が多少ずれても、各圧電型変換器のいずれかが耳近傍の頬骨に位置しやす



なるので、装着状態に影響されずに超高域まで再生することができる。

【0054】さらに、圧電型変換器を取り付けたイヤーパーッドが耳のまわり顔面上を回転可能としたことにより、頭部や顔面形状などの個人差に細かく合わせながら最適の骨伝導部位を選ぶように調整できる。その結果、個人差にきめ細かく対応しながら超高音域まで再生することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1のヘッドホンの斜透視図

【図2】同実施例1のヘッドホンの要部の側断面図

【図3】同実施例1のヘッドホンの回路図

【図4】本発明の実施例2のヘッドホンの回路図

【図5】本発明の実施例3の第1の実施形態のヘッドホンの回路図

【図6】本発明の実施例3の第2の実施形態のヘッドホンの回路図

【図7】本発明の実施例4のヘッドホンの回路図

【図8】本発明の実施例5のヘッドホンの斜透視図

【図9】本発明の実施例6のヘッドホンの正面図

【図10】従来のヘッドホンの要部の側断面図

【図11】従来のヘッドホンの回路図

【符号の説明】

1、11、21、31a、31b、41、51 電気音響変換器

1a 振動板

2、12、22、32a、32b、42a、42b、5

2 圧電型変換器

2a 金属板

2b 圧電セラミック板

3、43 ハウジング

3a 貫通孔

4、44、54 イヤーパーッド

4a ウレタンフォーム

4b 塩化ビニール皮膜

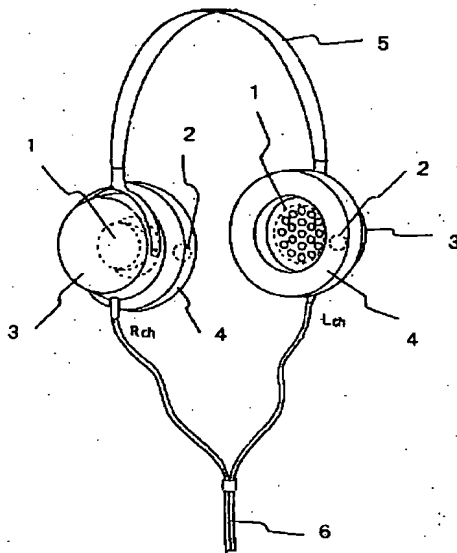
5、45、55 ヘッドバンド

6、46、56 コード

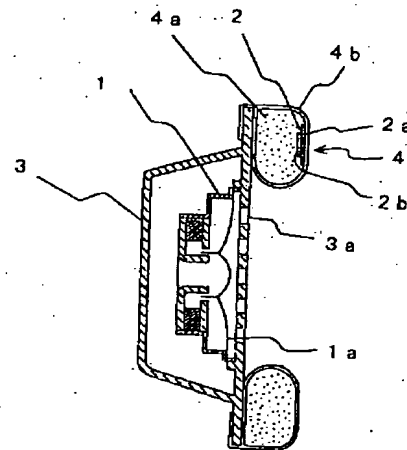
27a、27b 昇圧回路

28 可変抵抗器

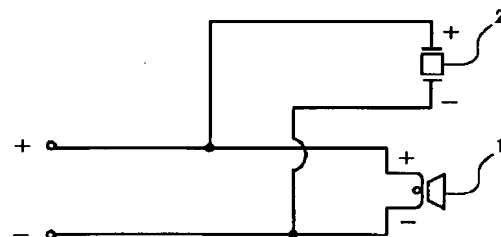
【図1】



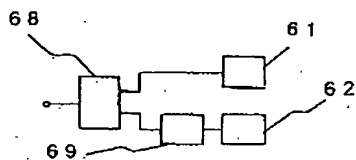
【図2】



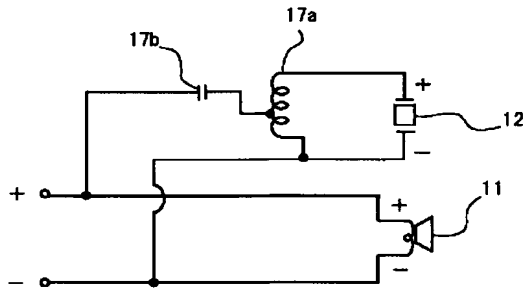
【図3】



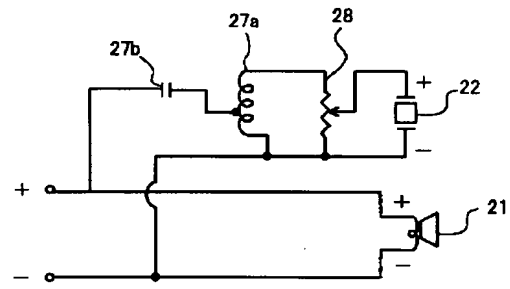
【図11】



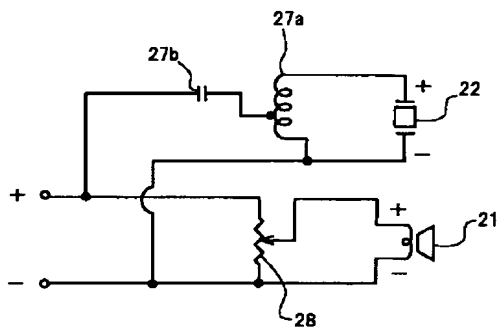
【図 4】



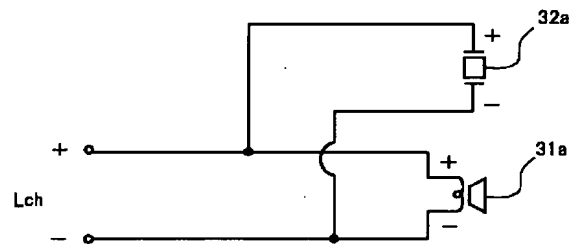
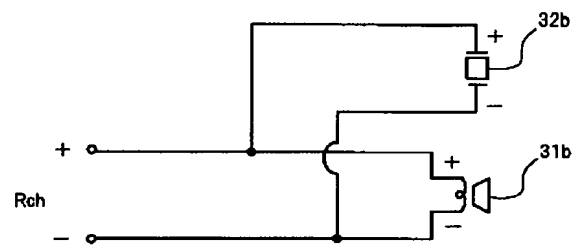
【図 5】



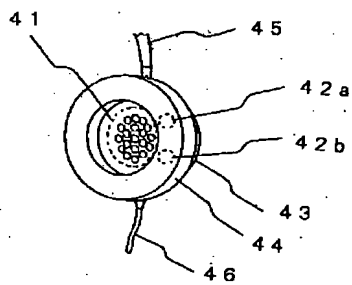
【図 6】



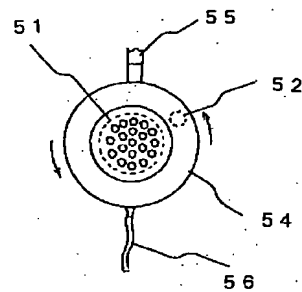
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図10】

